

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 773 451 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.05.1997 Patentblatt 1997/20

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G01S 13/02

(21) Anmeldenummer: 96117635.1

(22) Anmeldetag: 04.11.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE FR GB IT

(30) Priorität: 07.11.1995 DE 19541475

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- Bulst, Wolf-Eckhard  
81739 München (DE)
- Reindl, Leonhard  
83071 Stephanskirchen (DE)
- Ruppel, Clemens, Dr.  
85551 Kirchheim (DE)
- Seifert, Franz, Prof.Dr.  
01170 Wien (AT)

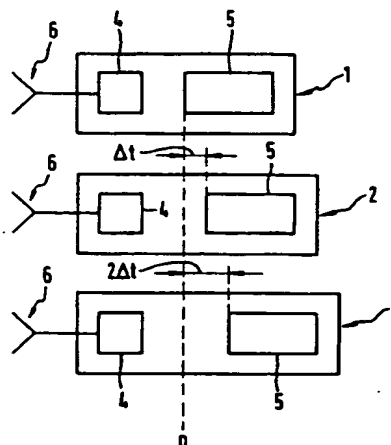
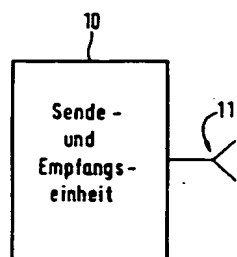
### (54) Mit akustischen Oberflächenwellen arbeitendes Funkabfragesystem

(57) Mit akustischen Oberflächenwellen arbeitendes Funkabfragesystem -OFW-Funkabfragesystem- mit einer Sende/Empfangseinheit (10, 11) und mindestens einen abzufragenden Parameter festlegenden Sensorelementen

1, 2, 3,...n) mit unterschiedlichen OFW-Laufzeiten und

eine derartige Ausbildung eines Sensors der Sende/Empfangseinheit (10, 11) und der Sensorelemente (1, 2, 3,...n), daß Abfragesignale und Antwortsignale zeitinvers zueinander sind.

FIG 1



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein mit akustischen Oberflächenwellen arbeitendes Funkabfragesystem -OFW-Funkabfragesystem- nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Funkabfragesysteme der gattungsgemäßen Art sind beispielsweise aus der DE-OS 42 17 049 bekannt. Ein derartiges bekanntes System enthält mindestens einen passiven OFW-Sensor zur Meßwertermittlung, wobei ein Meßwert von einem entfernten Meßort über Funk an ein Abfragegerät übermittelt wird, das dem Sensorelement als Abfrageimpuls über Funkenergie übermittelt. Der OFW-Sensor eignet sich zur berührungslosen Meßwerterfassung, wobei neben dem OFW-Sensorelement ein OFW-Referenzelement zur Phasendiskrimination und/oder Lauszeitmessung vorgesehen ist. Der genannten Druckschrift ist weiterhin zu entnehmen, daß auch gechirpte Sende- und Antwortsignale verwendet werden können.

Sind in einem derartigen System mehrere Sensorelemente räumlich verteilt angeordnet, so muß der Empfänger in einer zentralen Sende/Empfangseinheit zwischen den Antwortsignalen der einzelnen Sensorelemente unterscheiden können. Dies kann in an sich bekannter Weise dadurch erreicht werden, daß jedem Sensorelement eine spezifische Codefolge zugeteilt wird, die vom Sender in der zentralen Sende/Empfangseinheit nacheinander ausgestrahlt werden, so daß als Antwortsignal des abgefragten Sensorelementes dessen Autokorrelationsspitze nach der OFW-Laufzeit an den Empfänger in der Sende/Empfangseinheit übertragen wird. Die Auswertung dieser Korrelationsspitze wird jedoch dadurch erschwert, daß gleichzeitig damit auch Kreuzkorrelationssignale aller anderen Sensorelemente als Hintergrundsignale auftreten. Da die räumliche Verteilung der Sensorelemente in der Praxis ungleich ist, kann das Kreuzkorrelationssignal eines der Sende/Empfangseinheit nahe benachbarten Sensorelementes stärker als das Autokorrelationssignal des angesprochenen entfernteren Sensorelementes sein und dessen Auswertung verhindern.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein OFW-Funkabfragesystem der in Rede stehenden Art anzugeben, bei dem Störungen der vorgenannten Art minimiert sind und zusätzlich eine nahezu gleichzeitige Auswertung aller Sensorelemente möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei einem OFW-Funkabfragesystem der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 ein generelles Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Funkabfragesystems; und

Figur 2 Zeitdiagramme von im System nach Figur 1 auftretenden Abfrage- und Antwortsignalen.

Das Funkabfragesystem nach Figur 1 besitzt eine Sende/Empfangseinheit 10, welche von einem in ihr enthaltenden Sender Abfragesignale über eine Antenne 11 zu Sensorelementen 1, 2, 3,...n aussendet und Antwortsignal von diesen Sensorelementen über die Antenne 11 empfängt und in einem Empfänger auswertet. Die Sende/Empfangseinheit 10 kann im wesentlichen in an sich bekannter Weise ausgebildet sein, wie dies beispielsweise in der eingangs genannten DE-OS 42 17 049 beschrieben ist. Dies gilt beispielsweise auch dann, wenn der Sender in der Sende/Empfangseinheit 10 beispielsweise gechirpte Abfragesignale aussendet.

Die Sensorelemente 1, 2, 3,...n empfangen die Abfragesignale von der Sende/Empfangseinheit 10 jeweils über eine Antenne 5, von der auch die Antwortsignale zur Sende/Empfangseinheit 10 abgestrahlt werden. Generell enthalten die Sensorelemente 1, 2, 3,...n jeweils einen Wandler 3, welcher über die Antenne 5 empfangene elektrische Signale in eine akustische Oberflächenwelle umsetzt, die nach einer vorgegebenen Laufzeit einen Reflektor 4 erreicht und von diesem auf den Wandler rückreflektiert wird. Der Wandler 3 setzt diese rückreflektierte akustische Oberflächenwelle wiederum in ein elektrisches Signal um, da sie vorstehend bereits ausgeführt über die Antenne 5 abgestrahlt wird.

Die Sende/Empfangseinheit 10 sowie die Sensorelemente 1, 2, 3,...n sind erfindungsgemäß so ausgebildet, daß die Abfragesignale von einem in Figur 1 nicht eigens dargestellten Sensor und die Antwortsignale von den Sensorelementen zeitinvers zueinander sind und daß die Sensorelemente unterschiedliche OFW-Laufzeiten besitzen. Dieser Sachverhalt ist in den Zeitdiagrammen nach Figur 2 im einzelnen dargestellt. In diesen Diagrammen sind die genannten Signale als Funktion der Zeit  $t$  aufgetragen.

Die Sende/Empfangseinheit 10 sendet ein Abfragesignal mit der Zeitdauer  $t_0$ . Das Abfragesignal ist dabei insbesondere ein Spredspektrum-Signal, beispielsweise ein Chirp-Signal oder ein Impuls-Codemodulationssignal. Der in Figur 2 dargestellte Impuls mit der Impulsdauer  $t_0$  stellt die Hüllkurve des Spredspektrum-Abfragesignals dar.

Die Sensorelemente 1, 2, 3,...n setzen das Abfragesignal jeweils in ein Antwortimpulssignal mit der Zeitdauer  $t_1$  um. Diese Impulsdauer  $t_1$  ist groß gegen die Impulsdauer  $t_0$  des Abfragesignals. Dies ergibt sich aus der zeitinversen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Funkabfragesystems. Die Impulskompression in den Sensorelementen 1, 2, 3,...n kann beispielsweise durch deren Ausbildung als Matched Filter-Elemente realisiert werden.

Aufgrund der erfindungsgemäß vorgesehenen unterschiedlichen OFW-Laufzeiten in den Sensorelementen 1, 2, 3,...n sind die impulsförmigen Antwortsi-

gnale zeitlich gegeneinander versetzt, so daß die Sensorelemente auch bei gleichzeitiger Abfrage noch unterschieden werden können. Sind die OFW-Laufzeitunterschiede gleich, so ergibt sich in Bezug auf das impulsförmige Antwortsignal vom Sensorelement 1 jeweils ein Zeitversatz von  $\delta t, 2\delta t, \dots, (n-1)\delta t$ . Aufgrund dieses Zeitversatzes können alle Sensorelemente mit der gleichen Codefunktion aufgebaut werden. Die Amplitude der impulsförmigen Antwortsignale bzw. der Autokorrelationsspitzen hängt vom Abstand zwischen der Sende/Empfangseinheit 10 und der einzelnen Sensorelemente 1, 2, 3, ..., n sowie von der Sensorgröße in Bezug auf das Abfragesignal ab.

Zur Kompensation verschieden großer Amplituden der Antwortsignale können für die Sende/Empfangseinheit mehrere räumlich unterschiedlich angeordnete Antennen 11 vorgesehen werden, die automatisch umgestaltet werden, so daß kleine Amplituden der Antwortsignale durch kürzere Übertragungsstrecken vergrößert werden können.

In Weiterbildung der Erfindung kann zur Erzeugung der Abfragesignale in der Sende/Empfangseinheit 10 eine Wavelet-Transformationsverarbeitung vorgesehen sein. Damit ist es möglich, äußere auf die Sensorelemente wirkende Einflüsse, wie beispielsweise Verformungen durch Temperatur oder mechanische Beanspruchung zu berücksichtigen. Eine Verformung der Sensorelemente bewirkt eine zeitliche Verschiebung der impulsförmigen Antwortsignale. Die Amplitude dieser Signale ist dann maximal, wenn das zeitinverse Abfragesignal sowohl hinsichtlich der Mittenfrequenz als auch hinsichtlich der Laufzeitdauer in dem jeweiligen Sensorelement mit dem durch äußere Einwirkung auf das Sensorelement veränderten seitlichen Verlauf des Abfragesignals übereinstimmt. Tritt eine gleiche bzw. homogene Verformung über der Gesamtlänge des jeweiligen Sensorelementes auf, so wird das Verhältnis der Signalperiode -Kehrwert der Mittenfrequenz- zur Laufzeit des jeweiligen Sensorelementes für alle Sensorelemente gleich, so daß die Antwortsignalförmigkeit unverändert bleibt. Zur digitalen Synthetisierung des Abfragesignals für verschiedene Sensorgrößen, d.h. für verschiedene Zeitmaßstäbe wird die Sensorform einmal gespeichert und mit unterschiedlichen Taktfrequenzen ausgelesen.

Das Abfragesignal wird dabei gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung schrittweise über den von allen Sensorelementen überstrichenen Bereich der Zeitskalierung bzw. Taktfrequenz verändert. Mit jedem Schritt entsteht eine andere Amplitudenverteilung der Amplitude der Antwortsignale bzw. Korrelationsspitzen. Daraus können mittels einer digitalen Vergleichsschaltung die Werte der Zeitskalierung abgeleitet werden, die den Verformungen aufgrund der äußeren Einflüsse (Temperaturverformung bzw. mechanische Verformung) entsprechen. Bei diesen Werten erreicht die Amplitude des jeweiligen Antwortsignals bzw. Korrelationsspitze ihr Maximum.

## Patentansprüche

1. Mit akustischen Oberflächenwellen arbeitendes Funkabfragesystem -OFW-Funkabfragesystem- mit einer Sende/Empfangseinheit (10, 11) und mindestens einen abzufragenden Parameter festlegenden Sensorelementen 1, 2, 3, ..., n, bei dem ein Sender in der Sende/Empfangseinheit (10, 11) Abfragesignale zu den Sensorelementen (1, 2, 3, ..., n) aussendet und von den Sensorelementen (1, 2, 3, ..., n) rückgesendete Antwortsignale von einem Empfänger in der Sende/Empfangseinheit (10, 11) empfangen und ausgewertet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sender der Sende/Empfangseinheit (10, 11) und die Sensorelemente (1, 2, 3, ..., n) so ausgebildet sind, daß die Abfragesignale und die Antwortsignale zeitinvers zueinander sind und daß die Sensorelemente (1, 2, 3, ..., n) unterschiedliche OFW-Laufzeiten besitzen.
2. Funkabfragesystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abfragesignale Chirpsignale sind.
3. Funkabfragesystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abfragesignale impulscodierte Signale sind.
4. Funkabfragesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung der Abfragesignale eine Wavelet-Transformationsverarbeitung vorgesehen ist.
5. Funkabfragesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Abfrage von räumlich unterschiedlich angeordneten Sensorelementen (1, 2, 3, ..., n) in der Sende/Empfangseinheit (10, 11) mehrere räumlich unterschiedlich angeordnete umschaltbare Antennen vorgesehen sind.

FIG 1

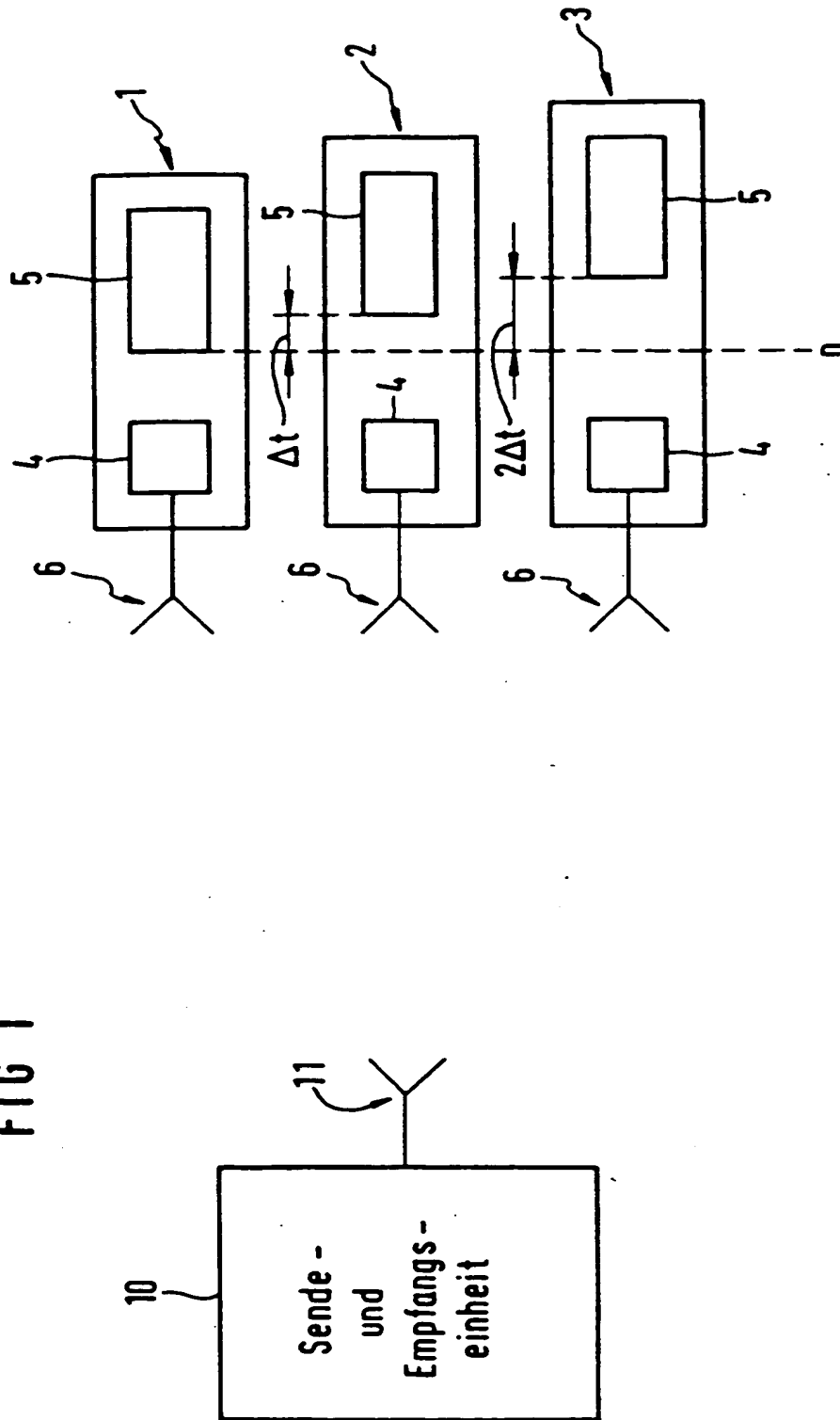
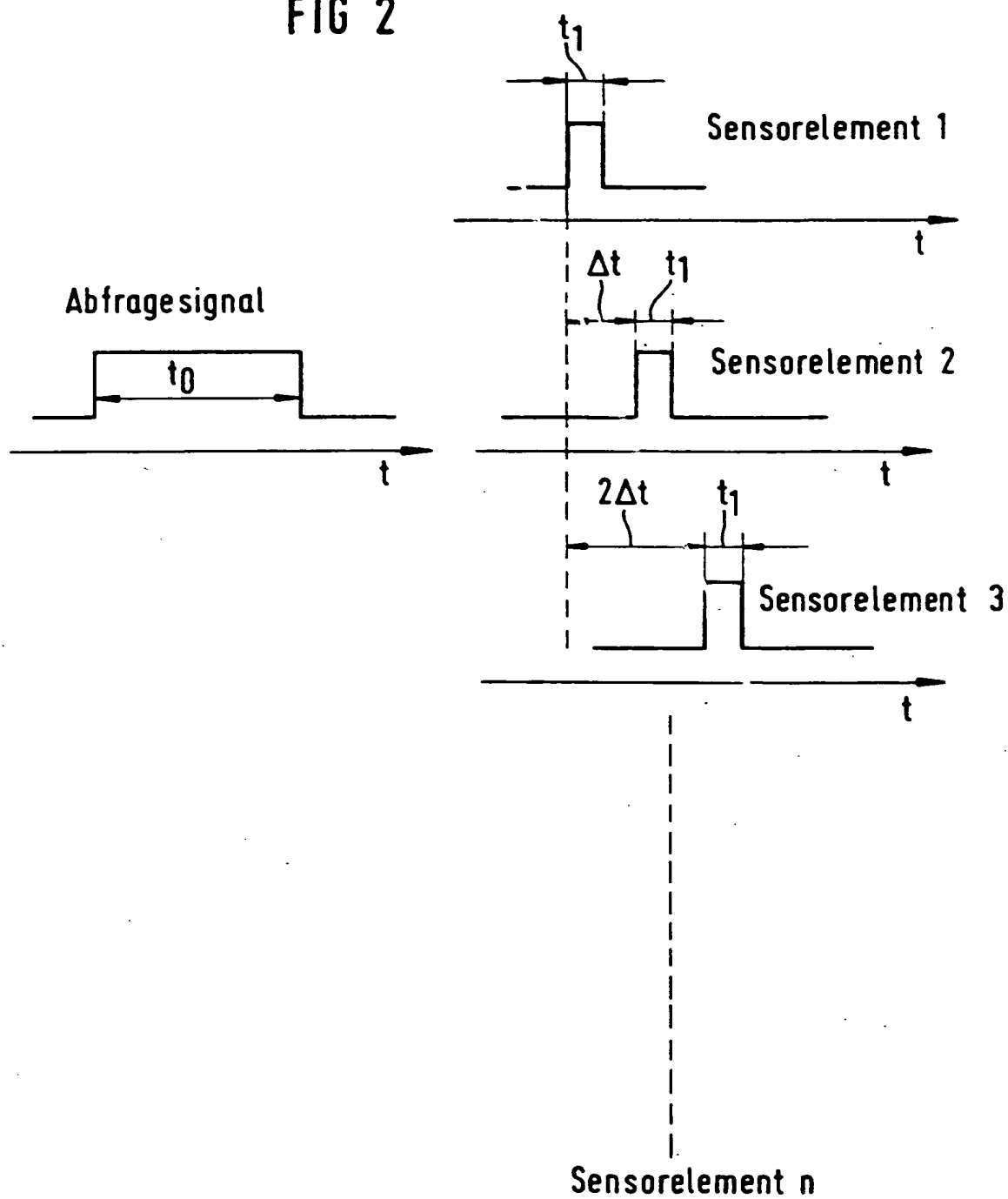


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 11 7635

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	US 4 737 790 A (SKEIE ET AL.) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,5,8,16 * * Spalte 6, Zeile 20 - Zeile 31 *	1,2	G01S13/02
Y	GB 2 259 227 A (GEC-MARCONI LTD.) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Seite 17, Zeile 2 - Zeile 15 *	1,2	
A	US 3 981 011 A (WILLIAM W. BELL, III) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 12 *	3,5	
D,A	DE 42 17 049 A (SIEMENS AG.) * das ganze Dokument *		
A	WO 95 06261 A (SIEMENS-ALBIS AG.) * das ganze Dokument *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G01S G08B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemart BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 6. Februar 1997	
		Prüfer Danielidis, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrundeliegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst aus oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**